

IMPACTO DA CONDIÇÃO DA ESTRADA NA VIBRAÇÃO DURANTE O TRANSPORTE SIMULADO DE FRANGOS DE CORTE

CLÁUDIO MONICO INNOCENCIO¹, IRENILZA DE ALENCAR NÄÄS²

¹ Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Paulista, rua Dr. Bacelar 1212, CEP 04026-002, São Paulo, SP, Brasil.monicoclaudio4@gmail.com

² Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Paulista, rua Dr. Bacelar 1212, CEP 04026-002, São Paulo, SP, Brasil.irenilza.naas@docente.unip.br

RESUMO: A estabilidade da carga nos caminhões de transporte de frangos, sob condições de infraestrutura variadas, depende da qualidade das estradas e da vibração mecânica. Este estudo objetivou analisar a vibração no transporte de aves, em função do pavimento de rodagem. Foi realizada uma simulação com o peso correspondente à carga de frango vivo (12 t) em um caminhão com as mesmas dimensões utilizadas pelos transportadores de aves. O trecho percorrido pelo caminhão foi da cidade de São Paulo (SP) até Contagem (MG). As vibrações foram registradas usando um acelerômetro por 19,28 h em um trajeto de 1105 km, com velocidade média de 57 km/h, com pavimentos e topografias diferentes. Os resultados indicam que as maiores vibrações (0,828 m/s², 1,121 m/s², 2,151 m/s² e 1,299 m/s²) ocorreram em trechos da rodovia onde haviam os maiores problemas de qualidade no pavimento.

Palavras-chaves: avicultura industrial, agroindústria, logística, cadeia de suprimentos

IMPACT OF ROAD CONDITION ON VIBRATION DURING SIMULATED TRANSPORT OF BROILER CHICKENS

ABSTRACT: The load stability on broiler chickens transport under various infrastructure conditions depends on road quality and mechanical vibration. This study aimed to analyze the vibration in the poultry transport, as a function of the road surface. A simulation was performed with the weight corresponding to live chicken load (12 t) in a truck with the same dimensions used by poultry transporters. The truck traveled from São Paulo (SP) to Contagem (MG). The vibrations were recorded at 19.28 h in a 1105 km route, with an average speed of 57 km/h, with different pavements and topographies. Results indicate that the highest vibrations found (0.828 m/s², 2.151 m/s² and 1.299 m/s²) occurred in sections of the highway where there were major pavement quality problems.

Keywords: Industrial poultry production, agribusiness, logistics, supply chain.

1 INTRODUÇÃO

O volume da produção de frango de corte tem se apresentado elevado, seja no mercado interno quanto no mercado (MAPA, 2018). A produção avícola no Brasil mostra-se competitiva e em crescimento, proporcionalmente ao consumo interno e externo. O Brasil é o maior exportador de carne de frango do mundo há mais de dez anos. Segundo o relatório da ABPA (2018) o Brasil em 2017 exportou cerca de 4 milhões de toneladas e alcançou uma produção total de 13,056 milhões de toneladas, chegando ao

2º lugar na produção mundial de carne de frango, ficando atrás dos Estados Unidos e a frente da União Européia.

O tempo de carregamento, o transporte e a duração da viagem aumentam o risco de mortalidade. Mortes podem ocorrer durante estágios do pré-abate, pela exposição ao estresse térmico, o jejum e as lesões. Tais condições podem reduzir a capacidade fisiológica das aves de manter a homeostase, resultando em exaustão e morte (COCKRAM & DULAL, 2018).

Atender as necessidades dos clientes é propósito da Logística, que para isto utiliza o

processamento envolvendo planejamento e controle de todo fluxo das mercadorias ou serviços, desde da origem até o ponto de consumo (SALGADO, 2013). Dentre os processos na logística da cadeia produtiva do frango de corte, está o transporte do aviário até o abatedouro (frigorífico). Durante o transporte ao abatedouro, são várias as condições de estresse aos quais os animais estão expostos: condições da estrada, clima regional, condições de tráfego, tempo de transporte e distância (MIRANDA-DE LA LAMA et al. 2010; CHAUVIN et al., 2011; COCKRAM & DULAL, 2018). Dentre os fatores que mais afetam o bem-estar animal e a qualidade da carne durante o transporte, estão o estresse de exposição à condição nova, o estresse térmico e a vibração do caminhão que, por sua vez, está condicionada às condições da estrada. KETTEWELL et al. (1993) simularam a carga em três dimensões e inter relacionaram com as condições ambientais no interior das caixas que acondicionam os frangos vivos durante o transporte e verificaram uma grande complexidade de condições dentro das caixas.

A vibração é um movimento repetitivo e oscilatório, que faz com que um corpo ganhe movimento quando há aplicação de uma determinada força. A 2ª lei de Newton mostra que a força resultante em uma partícula é igual à razão do tempo de mudança do seu momento linear em um sistema de referência inercial. A vibração é uma grandeza vetorial que demonstra a aceleração do movimento em três eixos no plano

espacial. Segundo IIDA (2005), a vibração envolve qualquer movimento que o corpo faz com referência de um ponto fixo. Já para GRIFFIN (1990), a vibração é a oscilação de movimento de um corpo. Por definição, o movimento não é constante e sim alternado entre maior e menor em relação a alguma média. A extensão dessa oscilação determina a magnitude da vibração e a taxa de repetição dos ciclos de oscilação determina a frequência da vibração.

Considerando as condições brasileiras atuais de pavimentos, este trabalho visou estudar as condições de simulação de transporte de frango de corte, com foco na vibração do caminhão durante o deslocamento.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

Foram realizadas pesquisas sobre aspectos da cadeia logística de frangos, focada nos seguintes aspectos:

- a) Aspectos de operação e de problemas nos transportes rodoviários de carga animal;
- b) Aspectos sobre a vibração na carga transportada;
- c) Aspectos sobre a qualidade dos pavimentos interferindo diretamente na vibração;

O presente trabalho foi realizado com o foco na logística da cadeia de frangos de corte (FIGURA 1), visando especificamente o impacto de vibração em carga simulada de frango de corte.

Figura 1. Cadeia de fornecimento de frangos de corte, com a área em estudo no destaque.

Fonte: Voila & Triches (2015)

2.1 Localização, período e coleta dos dados

Foi realizada uma simulação de transporte de carga, equiparando uma carga convencional de frango vivo com peso em torno de 11 toneladas e com dimensões de veículo de carga (*Truck*) a uma outra carga seca envolvendo ração animal (aves), de aproximadamente 12 t e com dimensões de veículo de carga de aproximadamente 10 m de profundidade, 2,5 m de largura e 3,90 m de altura (Figura 2). Os valores estipulados são

semelhantes àqueles sugeridos por CARVALHO (2001) e BRANCO (2004). A simulação de carga, conforme preconiza SILVA et al. (2007), foi submetida ao trajeto em estradas com diferentes características e pavimentos.

O *Truck* era um Volvo modelo 260 (Figura 2) com capacidade máxima de 15 t, pertencente a uma indústria de rações animais (aves), que manufatura e distribui a nível nacional seus produtos, localizada na cidade de São Paulo.

Figura 2. Veículo e carga em análise.

O percurso para o ensaio de vibração na carga foi de São Paulo (SP) até Contagem (MG), onde se localiza uma distribuidora regional de rações animais. Foi percorrido um total de 1105 km, ida e volta, sendo 620 km carregado e 485 km vazio, totalizando 19,28 h de viagem, 11,28 h na ida e 8 h na volta, com velocidades médias de percurso de 57,3 km/h (ida e volta), 55 km/h (ida) e 60 km/h (volta).

O percurso total envolveu a Rodovia Regis Bittencourt (SP), o Rodoanel Mário Covas (SP), a Rodovia Fernão Dias e a Rodovia 040 (MG; rodovia federal radial do Brasil).

Foi utilizado, para os registros de vibração, tanto na ida quanto na volta, um acelerômetro (*Acceleration data logger*, modelo Svantek 100 A), dispositivo com sensores (transdutores de vibração mecânica) que serve para a captação de vibrações e cumpre integralmente com os requisitos da ISO 2631-1 e da NHO 09, fornecendo o valor de exposição de vibração A(8). Duas entradas permitem a conexão de dois sensores triaxiais de vibração de corpo inteiro em simultâneo. A avaliação da exposição à vibração é calculada em relação a um valor padronizado de 8 horas de exposição diária A (8). Após estabelecer o valor A(8), este deve ser comparado com a ação de exposição e os valores-limite. O valor de exposição de vibração A(8) é calculado em tempo real e os resultados de ambos os sensores são exibidos simultaneamente em unidades VDV e RMS ou pontos. A disposição do acelerômetro foi feita conforme preconiza KETTLEWELL et al. (1993).

2.2 Análise dos dados

Os dados foram obtidos fixando o acelerômetro em vários pontos dentro da carga e no baú do caminhão em questão (Figura 3). O eixo “x” correspondia à vibração vertical (dos pés à cabeça), o eixo “y” correspondia à vibração no sentido horizontal (direita para a esquerda) e o eixo “z” correspondia à vibração horizontal de ré

para a frente. Com os dados coletados, utilizaram-se dois métodos para cálculo da vibração.

No primeiro método, pode-se estimar a aceleração média (RMS) para os eixos x, y e z e a aceleração geral (RSS). A raiz quadrada média da aceleração (RMS) é a raiz quadrada do quadrado, em cada um dos três eixos separados, e fornece uma indicação da severidade da vibração em cada um desses eixos. A soma raiz de quadrados (RSS) é a raiz quadrada da soma dos quadrados dos três valores de RMS e fornece uma medida da vibração global que ocorre no ponto de medição (RANDALL et al., 1993) e também é chamada Soma de Vetores. Portanto, a vibração em cada eixo pode ser dada pela Equação 1.

$$\text{RMS } x, y \text{ ou } z = (a_x, y \text{ ou } z^2)^{1/2} \quad (1)$$

Onde “a” é a aceleração em um dos três eixos de vibração.

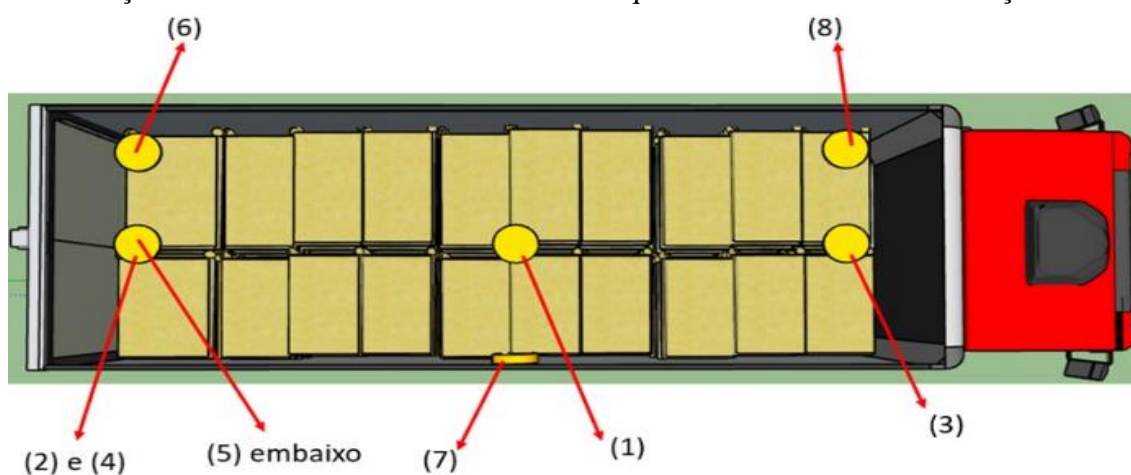
A vibração geral é dada pela Equação 2:

$$\text{RSS} = (ax^2 + ay^2 + az^2)^{1/2} \quad (2)$$

Onde “AX” é a aceleração no eixo x, “AY” é a aceleração no eixo y e “AZ” é a aceleração no eixo z.

O segundo método utilizado adota os picos de acelerações na potência de quarta ordem, exposto através do Valor de Dose de Vibração (VDV). Aparentemente, esse segundo método poderia ser considerado como mais conservador, já que leva mais em conta valores de pico da aceleração, entretanto, curvas limites de vibração diferentes foram adotados nesse caso, tornando as duas metodologias semelhantes para tempos de exposição de 4h a 8h.

Para registrar os dados, o acelerômetro foi postado nas posições indicadas, conforme a ordem de medidas (Figura 3).

Figura 3. Posição do acelerômetro no caminhão na sequência das medidas de vibração.

Definiu-se a direção do movimento através de três eixos triortogonais: X - sentido vertical "do piso à parte superior", Y - sentido lateral "lado esquerdo para o direito" e Z - sentido horizontal "da frente para a traseira" (IIDA, 2005; WARISS, 2010). A carga média

por trajeto foi de 7500,00 kg, cuja simulação foi estabelecida conforme preconizam CARVALHO (2001) e BRANCO (2004). Durante o percurso, foram observadas as falhas e defeitos da pista, conforme indicado pela CNT (2017), indicadas na Figura 4.

Figura 4. Tipos de defeitos observados durante o transporte.

Fonte: CNT (2017).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1, encontram-se os dados coletados durante oito percursos de transporte. A distância média percorrida em todos os trajetos foi de 138,13 km, com um tempo médio de 2,41 h. A velocidade média dos trajetos foi de 54,65 km/h, enquanto a resultante de vibração foi de $18,89 \text{ m/s}^{1,7}$.

Pode-se observar que a maior distância percorrida (243,0 km) com um percurso de

3,79 h foi aquela que mostrou a menor vibração resultante ($13,90 \text{ m/s}^{1,7}$). Isto implica em que as condições da estrada percorrida têm peso importante na condição de vibração. Por exemplo, o trecho percorrido sem carga, de 103,0 km, foi aquele que apresentou a maior vibração ($31,65 \text{ m/s}^{1,7}$), pois o percurso se deu em estrada que tinha piores condições de trafegabilidade.

Foram testados os dados de distância *versus* vibração para verificar se havia

correlação entre estes, entretanto não ocorrendo uma diferença entre as variáveis ($p>0,05$), identificando mais uma vez que a vibração está relacionada com a condição da estrada. Tampouco foi encontrada correlação entre a distância percorrida e a quantidade de vibração registrada ($p>0,05$).

A infraestrutura nas estradas possui defeitos que comprometem o fluir das cargas de frangos vivos durante seu transporte, podendo levar a prejuízos a carga viva, ao veículo e a toda operação logística.

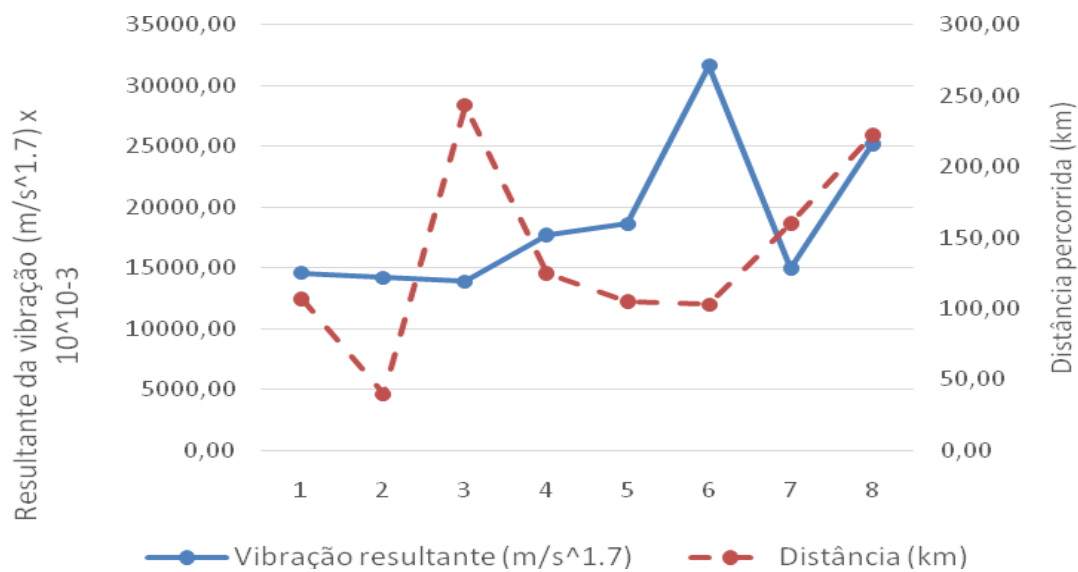
JORGE (2008) analisou e mensurou a taxa de mortalidade em cargas de frangos que viajaram nos percursos mais longos entre o produtor e o abatedouro em torno de 1,23%. As taxas encontradas por Branco (2004), variam entre 0,30% e 0,20% no verão e inverno, respectivamente. Peito e asa são as áreas corpóreas que obtiveram índices de lesão.

Considerando a exposição a esses defeitos nas estradas, pode-se inferir que o tempo de transporte pode realmente prejudicar a forma com que as aves chegam ao seu destino final, que é o abatedouro. COSTA et al. (2007) confrontaram duas situações: a distância (aviário-abatedouro) e a posição das caixas contendo os frangos na carga, em relação ao número de aves lesionadas em duas integradoras. Os resultados indicaram um percentual de lesão mais elevado quando em distâncias maiores. Quando se trata da posição das caixas na carga, mostraram que quando as caixas contendo carga viva estão localizadas na parte traseira do veículo, independente de distâncias maiores ou menores, ocorre uma maior ocorrência de lesão em consequência dos efeitos da vibração e da aceleração.

Tabela 1. Dados gerais de carga (kg), percurso do caminhão (km), tempo percorrido (h) e distância (km), posição do acelerômetro e resultante da exposição à vibração (VDV e RSS).

Medida	Carga		Percurso		Posição do			Exposição à vibração	
					acelerômetro			no baú	
N	(10 ³ kg)	Distância (km)	Tempo (h)	Velocidade (km/h)	Compr.	L	A	Resultante (m/s ² , RSS)	Resultante (m/s ^{1.7} ; VDV)
1	12,0	107,0	2,3	47,6	C	C	S	0,9	14,6
2	12,0	40,0	1,2	34,8	T	C	S	0,8	14,2
3	12,0	243,0	3,8	64,1	F	C	S	0,5	13,9
4	12,0	125,0	2,0	62,5	T	C	S	0,8	17,7
5	12,0	105,0	2,1	50,2	T	C	I	1,1	18,6
6	0,0	103,0	2,0	51,5	T	E	S	2,2	31,7
7	0,0	160,0	2,8	58,2	C	D	S	1,1	15,0
8	0,0	222,0	3,3	68,3	F	E	S	1,3	25,2

N= número do registro; Compr.= comprimento; L= largura; A=altura; C=Central; T=traseira; F=frontal; D=direita; E=esquerda; S=superior

Figura 5. Perfil de vibração ($m/s^{1.7}$) em relação à distância percorrida (km).

A Figura 5 mostra a variação da vibração e da distância percorrida. O que se pode notar é que há uma tendência de diminuição da vibração em relação à distância percorrida. Entretanto, esta variável está mais

relacionada à condição da estrada percorrida. Os trechos que mais apresentaram vibrações foram aqueles com menor qualidade de pavimento, no percurso (Tabela 2).

Tabela 2. Trechos do percurso da estrada com problemas de qualidade.

TRECHO	VIBRAÇÃO ($m/s^{1.7}$)	DEFEITO
Lavras - Guararapes - Mg	17,73	Remendos
Perdões - Contagem - Mg	18,82	Remendos e buracos
Contagem - Guararapes - Mg	31,65	Remendos e buracos
Nepumuceno - Mg	25,19	Remendos e trincas

O efeito de vibração alta nos parâmetros fisiológicos de animais transportados vivos é registrado na literatura corrente (RANDALL et al., 1997; LJUNGBERG et al., 2007; GEBRESENBET et al., 2011). Ademais, testes de aversão à vibração em frangos vivos indicam que alta vibração pode indicar diminuição no bem-estar das aves (MINKA & AYO, 2009).

Durante o transporte, as aves são expostas a vibrações decorrentes do movimento do veículo (RANDALL et al., 1993). Se a vibração estiver próxima à frequência de ressonância do corpo inteiro dos frangos de corte, em pé ou sentado (RANDALL et al., 1996), é aversiva (RANDALL et al. 1997; ABEYESINGHE et al. 2001) e pode aumentar a temperatura corporal (WARRISS et al. 1999). Esse calor metabólico extra contribuiria para a carga

térmica experimentada pelos frangos durante o transporte (ABEYESINGHE et al. 2001). CARLISLE et al. (1998) descobriram que a exposição dos frangos à vibração resultou em aumento da atividade da creatina quinase plasmática, possivelmente como resultado da fadiga muscular decorrente da instabilidade postural. Também o transporte pode provocar uma variação da concentração de cortisol no sangue, indicativo de estresse, possivelmente como resultado do aumento do gasto de energia (ZHANG et al., 2009). No entanto, WARRISS et al. (2010) não encontraram uma redução estatisticamente significativa na concentração de glicogênio hepático ou muscular após 3 h de exposição à vibração.

Vibrações excessivas no transcorrer do transporte colabora para o aumento da incidência de lesões nas aves reduzindo o valor nominal da carne que chega ao

abatedouro (CARLISLE et al., 1998; MINKA & AYO, 2009). WARRIS et al. (2010) encontraram efeitos negativos na qualidade de frangos vivos transportados para o abate em exposição à vibração alta por 3 h. Já ABEYSINGNE et al. (2001) encontraram que, a partir de 60 min em contato com a vibração excessiva, resultam queda significativa dos níveis de glicose e pH do peito e das coxas de frangos de corte que podem levar ao óbito e representam perdas na produção.

Como na cadeia produtiva de frangos de corte, esse transporte representa a fase final de criação, onde já foram investidos todos os recursos de produção, tais perdas têm um peso significativo no custo total (CARLISLE et al., 1998).

As vibrações podem inclusive, prejudicar o posicionamento das caixas no caminhão. No caminhão, as caixas devem ter uma fixação perfeita, sem nenhuma vibração, não se movimentando ou muito menos se soltando. Uma vez treinados e orientados os motoristas podem minimizar os riscos da carga viva transportada (BARBOSA FILHO et al., 2009).

Devido aos impactos ocasionados durante o transporte da carga viva e

consequente vibrações, ocorrerão lesões como a tensão muscular (DADGAR et al., 2012; COCKRAM & DULAL, 2018). Tais indicações do efeito danoso de altas vibrações a animais vivos, durante o transporte ao abate, não se referem apenas a aves. VILLARROEL et al. (2003) identificaram que o nível de injúria em bovinos de corte levados em caminhões ao abate tem alta correlação com o tempo de transporte e condições de vibração devido à estrada. No caso do presente estudo, não foi encontrada essa correlação. Todavia, maior número de percursos, bem como dados reais sobre o transporte de frangos vivos para abate, seriam necessários para uma avaliação mais acurada.

4 CONCLUSÕES

As maiores vibrações ocorreram em pontos do percurso aonde a qualidade da estrada era pior, contendo problemas de remendos e buracos rasos. Os resultados médios de vibração (RMS médio = 0,82 m/s² e VDR médio = 15,81m/s^{1,75}) com caminhão carregado indicam que a operação obteve uma faixa de vibração aversiva.

5 REFERÊNCIAS

ABEYESINGHE, S.M.; WATHES, C.M.; NICOL, C.J.; RANDALL, J.M. The aversion of broiler chickens to concurrent vibrational and thermal stressors. **Applied Animal Behaviour Science**, v.73, p. 199–215, 2001.

ABPA - Associação Brasileira de Proteína Animal, 2018. **Relatório Anual 2018**: Produção Brasileira de Carne de Frango e Consumo per capita. Relatório Anual, 31-32. Disponível em: <http://abpa-br.com.br/storage/files/relatorio-anual-2018.pdf>. Acesso em 28 /01/2019.

BARBOSA FILHO J. A. D.; VIEIRA, F. M. C; SILVA, I. J. O.; GARCIA, D. B.; SILVA, M. A. N.; FONSECA, B. H. F. Transporte de frangos: caracterização do microclima na carga durante o inverno. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n. 12, p. 2442–2446, 2009.

BRANCO, J.A.D. Manejo pré-abate e perdas decorrentes do processamento de frango de corte. In: Conferência Apinco de Ciência e Tecnologia Avícolas, 2004, Santos, SP. **Anais...** Campinas: FACTA, V.2, p.129-142, 2004.

CARLISLE, A.J.; MITCHELL, M.A.; HUNTER, R.R.; DUGGAN, J.A.; RANDALL, J.M. Physiological responses of broiler chickens to the vibrations experienced during road transportation. **British Poultry Science**, v. 39, p. 48–49, 1998.

CARVALHO, M.F.A. Manejo final e retirada. In: Conferência Apinco de Ciência e Tecnologia. Avícolas, 2001, Campinas, SP. **Anais...** Campinas: FACTA, p.59-68, 2001.

CHAUVIN, C.; HILLION, S.; BALAINE, L.; MICHEL, V.; PERASTE, J.; PETETIN, I.; LUPO, C.; LE BOUQUIN, S. Factors associated with mortality of broilers during transport to slaughterhouse. **Animal**, v.5, p. 287–293, 2011.

CNT. Pesquisa CNT de Rodovias 2017: **Relatório Gerencial**. – Brasília: CNT: SEST: SENAT, 2017. Disponível em < <http://pesquisarodovias.cnt.org.br/Edicoes>>. Acesso em 19 de novembro de 2017.

COCKRAM, M. S.; DULAL, K. J. Injury and mortality in broilers during handling and transport to slaughter. **Canadian Journal of Animal Science**, v. 98, p. 416–432, 2018.

COSTA, F.M.; Engenheiro de Produção Químico. T. Influência das condições de pré-abate na incidência de contusões em frango de corte. **Revista Veterinária e Zootecnia**. v.14, n.2, p.234-245, 2007.

DADGAR, S.; CROWE, T.G.; CLASSEN, H.L.; WATTS, J.M.; SHAND, P.J. Broiler chicken thigh and breast muscle responses to cold stress during simulated transport before slaughter. **Poultry Science**, v. 91, p. 1454–1464, 2012.

GEBRESENBET, G.; BOSONA, T. G.; LJUNGBERG, D.; ARADOM, S. Optimisation analysis of large and small-scale abattoirs in relation to animal transport and meat distribution. **Australian Journal of Agricultural Engineering**, v.2, n. 2, p. 31-39, 2011.

GRIFFIN, M.J. Measurement and evaluation of whole-body vibration at work. **International Journal of Industrial Ergonomics**, v.6, p. 45–54, 1990.

IIDA, I. **Ergonomia: Projeto e Produção**. São Paulo: Edgard Blücher, 2005.

JORGE, S.P. **Avaliação do bem-estar animal durante o pré-abate e abate e condição sanitária de diferentes segmentos avícolas**. 2008. 107f. Tese (Doutorado em Medicina Veterinária) - Universidade Estadual Júlio de Mesquita Filho, Jaboticabal, SP, 2008.

KETTLEWELL, P.J.; MITCHELL, M.A.; MEEHAN, A. The distribution of thermal loads within poultry transport vehicles. **Agricultural Engineer**, v.48, p.26-30, 1993.

LJUNGBERG, D.; GEBRESENBET, G.; ARADOM, S. M. 2007. Logistics chain of animal transport and abattoir operations. **Biosystems Engineering**, v.96, n.2, p. 267-277, 2007.

MAPA – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Valor Bruto da Produção Agropecuária (VBP)**. 2018. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/noticias/em-2017-valor-bruto-da-producao-e-recorde-com-r-540-3-bilhoes>. Acesso em: 16.12.2018

MINKA, N. S.; AYO, J. O. Physiological responses of food animals to road transportation stress - Review. **African Journal of Biotechnology**, v.8, p.7415-7427, 2009.

MIRANDA-DE LA LAMA, G.C.; VILLARROEL, M.; LIFTE, G., ESCOS, J.; MARIA, G. A. Critical points in the pre-slaughter logistic chain of lambs in Spain that may compromise the animals welfare. **Small Ruminant Research**, v.90, p.174-178, 2010.

NAZARENO, A. C., I. J. O. Silva; Vieira, A. M. C.; Vieira, F. M.C.; K. O. S. Miranda. Níveis de vibração e choques em diferentes estradas durante o transporte de ovos férteis. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 17, n.8, p. 900-905, 2013.

RANDALL, J.M.; STREADER, W.V.; MEEHAN, A.M. Vibration on poultry transporters. **British Poultry Science**, v. 34, p. 635–642, 1993.

RANDALL, J.M.; COVE, M.T.; WHITE, R.P. Resonant frequencies of broiler chickens. **Animal Science**, v. 62, p. 369–374, 1996.

RANDALL, J.M.; DUGGAN, J.A.; ALAMI, M. A.; WHITE, R.P. Frequency weightings for the aversion of broiler chickens to horizontal and vertical vibration. **Journal of Agricultural Engineering Research**, v. 68, p. 387–397, 1997.

SALGADO, T. T. **Logística: práticas, técnicas e processos de melhorias**. São Paulo: Editora Senac São Paulo, 2013.

SILVA, M. A. N.; BARBOSA FILHO; J. A. D.; SILVA, C. J. M.; ROSÁRIO, M. F.; SILVA, I. J. O.; COELHO, A. A. D.; SAVINO, V. J. M. Avaliação do estresse térmico em condição simulada de transporte de frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, n. 4, p. 1126–1130, 2007.

VILLARROEL, M.; MARIA, G.A.; SANUDO, C.; OLLETA, J.L.; GEBRESENBET, G. Effect of transport time on sensorial aspects of beef meat quality. **Meat Science**, v.63, p. 353–357, 2003.

VOILA, M.; TRICHES, D. **A cadeia de carne de frango: uma análise dos mercados brasileiro e mundial de 2002 a 2012**. Teoria e Evidência Econômica, v. 21, n. 44, p. 126-148, 2015.

WARRISS, P.D.; KNOWLES, T.G.; BROWN, S.N.; EDWARDS, J.E.; KETTLEWELL, P.J.; MITCHELL, M.A.; BAXTER, C.A. Effects of lairage time on body temperature and glycogen reserves of broiler chickens held in transport modules. **Veterinary Records**, v.145: 218–222, 1999.

WARRISS, P.D. Meat Quality. In: WARRIS, P.D (Ed) **Meat Science: An introduction text**. 2.ed. Cambridge: UK, p. 77-84, 2010.

ZHANG, L.; YUE, H. Y.; ZHANG, H. J.; XU, L.; WU, S. G.; YAN, H. J.; GONG, Y. S.; QI, G. H. Transport stress in broilers: I. Blood metabolism, glycolytic potential, and meat quality. **Poultry Science**, v.88, p.2033-2041, 2009.